

# 先達山·御來山 一帶 水系의 水棲昆蟲 群集構造

尹一炳·朴宰興·千承弼  
고려대학교 생물학과

## Community Structure of Aquatic Insects in Mts. Seondal and Eorae

by

YOON, I.B., J.H. PARK and S.P. CHUN  
Department of Biology, Korea University

### ABSTRACT

An ecological survey was performed in Namdae stream of Mts. Seondal and Eorae area, Namdae-ri, Kyongsangbuk-do in August 29, 1998. The fauna collected from 6 sites consisted of total 38 species, 16 families, in 5 orders of aquatic insects. These included 16 species of Ephemeroptera, 1 species of Odonata, 5 species of Plecoptera, 7 species of Trichoptera, and 9 species of Diptera.

The most diverse species (18 species) were sampled from site 1 and 5, located in the upper and the lower reach among 6 sites, respectively. The most abundant individuals (108 individuals) were found from site 5. Dominant species were ephemerids at sites 1, 4, and 6, plecopteran at site 2, and dipterans at sites 3 and 5.

Dominance indices were ranged from 0.34 to 0.55 (mean = 0.42), and species diversity indices from 2.80 to 3.59 (mean = 3.15). Saprobic system based on species diversity indicated that sites 1, 2, 4, and 5 were oligosaprobic, while sites 3 and 6 were  $\beta$ -mesosaprobic.

### 서론

담수는 인간을 비롯한 생물의 생존에 필수적 요소로서, 대부분이 정수성인 호수와 유수성인 강과 하천으로 이루어져 있다. 담수생태계의 생물군집은 조류와 수생식물, 어류, 그리고 저서성 대형무척추동물 등 다양한 생물들로 구성되어 있다. 이들 생물 중에서 저서성 대형무척추동물은 담수생태계의 영양단계에서 중요한 위치를 차지할 뿐만 아니라, 매우 다양하고 풍부하게

존재하며, 이동성이 적고 다양한 서식처에 적응함으로써 담수생태계의 구조와 기능을 밝히는데 주요한 연구대상으로 이용되고 있다(Hynes, 1970; McCafferty, 1981; Pennak, 1989; Ward, 1992). 수서곤충류는 중수나 개체수에서 저서성 대형무척추동물의 약 95%를 차지하는 매우 큰 분류군으로서(Ward, 1992) 환경변화에 민감하고, 종류에 따라 비교적 뚜렷한 내성범위를 가지고 있어서 담수생태계의 환경을 평가하는 생물지표종으로서 매우 효과적으로 이용되고 있다(위 등, 1991; 윤 등, 1992a, 1992b).

우리나라에 있어서 담수생태계의 수서곤충에 관한 연구는 김(1969), 위 등(1974, 1983, 1991), 윤과 이(1978), 김 등(1979), 윤과 변(1982), 윤과 공(1987a, 1987b), 최 등(1989), 윤 등(1981, 1984, 1985a, 1985b, 1986, 1989, 1990, 1993, 1995, 1996, 1998)에 의하여 주요 하천에서 이루어져 왔으나, 아직까지 조사가 이루어지지 않은 하천이 많이 남아 있는 실정이다.

본 연구는 경상북도와 강원도의 경계에 위치한 선달산·어래산 일대의 남대천 수계를 중심으로 수행되었다. 선달산·어래산은 해발 1,000m 이상의 산봉과 다양한 계곡의 연속으로 이루어진 경관이 수려한 산으로서 지리좌표상 북위 37°02'에서 37°04', 동경 128°39'에서 128°43' 사이에 위치하며, 행정구역상 경상북도 영주시 부석면 남대리에 속한다. 또한 남대천을 경계로 소백산국립공원과 바로 인접해 있는 곳이기도 하다. 따라서 본 연구를 통해 선달산·어래산 일대 남대천 수계의 수서곤충 군집의 구성과 다양성에 대한 생태학적 기초자료를 확보하고, 국립공원 인접지역에 대한 생물상을 파악하며, 나아가 자연자원 보존대책 수립에 대한 학술적 기초자료를 제공하고자 한다.

## 연구방법

### 조사일정 및 조사지역

야외조사는 1998년 8월 29일에 실시되었는데, 선달산(1236.0m)에서 발원하여 상unki, 주막거리, 마을천에 이르는 경상북도 영주시 부석면 남대리에 속하는 곳에서 3개 지점을, 그리고 용담, 어은, 솔밀에 이르는 충청북도 단양군 영춘면 의풍리에 속하는 곳에서 3개 지점을 선정하여 총 6개 지점을 대상으로 실시하였다. 이들 조사지역은 남대천 수계 중에서 상류와 중류에 해당하는 곳으로, 남대천은 남한강에 유입되는 옥동천의 한 지류에 해당한다. 각 조사지점의 위치와 현황은 다음과 같다(Fig. 1).

제1지점(상unki) : 부석면 남대리에 속하는 곳으로 남대천의 최상류에 해당하는 지류이다. 고도 620m, 하폭 7-8m, 수폭 2-3m, 수심 14.5-18.5cm, 유속 14.00-82.82cm/sec, 수온은 14.5℃였으며, 하상은 주먹돌과 호박돌이 주를 이루고 부분적으로 가는 자갈과 굵은 자갈로 구성되어 있다. 수변식물이 빈약하게 형성되어 있으며, 저질에는 부착조류가 조금 끼어 있다.

제2지점(주막거리) : 부석면 남대리에 속하는 곳으로 소백산국립공원 방향에서 유입되는 지류이다. 고도 550m, 하폭 10-12m, 수폭 2-3m, 수심 12.0-20.5cm, 유속 54.22-93.92cm/sec, 수온은 17.0℃였으며, 하상은 주먹돌과 호박돌이 주를 이루고 부분적으로 가는 자갈과 굵은 자갈로 구성되어 있다. 수초나 수생식물이 거의 없으며, 하천 한쪽면이 부분적으로 인공제방화 되어 있다.

제3지점(남대교) : 부석면 남대리에 속하는 곳으로 남대천 본류 수계에 해당한다. 고도 520m, 하폭 10-12m, 수폭 4-5m, 수심 13.5-20.0cm, 유속 0-108.44cm/sec, 수온은 17.8℃였으며, 하상은 주먹돌과 호박돌로 구성되어 있다. 수초나 수생식물은 거의 없으며, 저질에 부착조류가 조금 끼어 있다.

제4지점(용담) : 영춘면 의풍리에 속하는 곳으로 고도 420m, 하폭 15m, 수폭 7-8m, 수심 13.0~17.0cm, 유속 31.30~99.00cm/sec, 수온은 20.2℃였으며, 하상은 주먹돌이 주를 이루고 부분적으로 가는 자갈과 굵은 자갈로 구성되어 있다. 조사

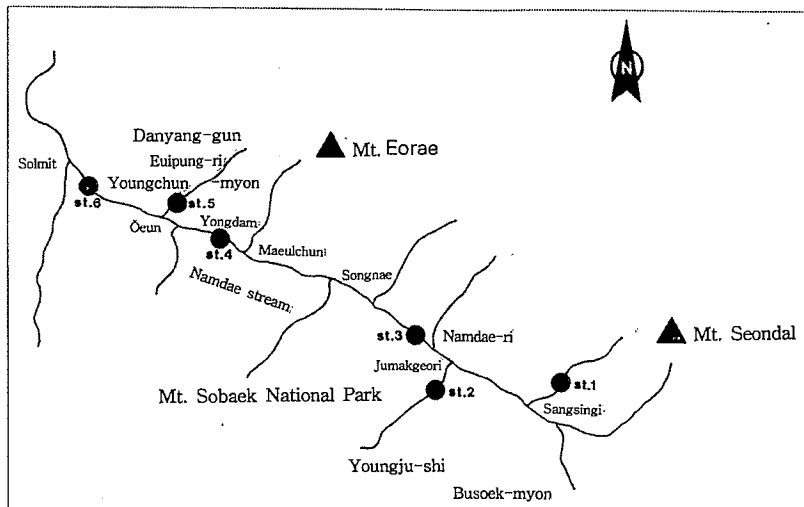


Fig. 1. Sampling sites in Namdae stream of Mts. Seondal-Eorae.

지역 바로 윗쪽에 보가 설치되어 있으며, 하천 양쪽면이 부분적으로 인공제방화되어 있다.

제5지점(어은) : 영춘면 의풍리에 속하는 곳으로 남대천 수계의 지류에 해당한다. 고도 410m, 하폭 3~4m, 수폭 1~1.5m, 수심 8.0~14.0cm, 유속 0~88.54cm/sec, 수온은 17.2℃였으며, 하상은 주먹돌과 호박돌이 주를 이루고 부분적으로 가는 자갈과 굵은 자갈로 구성되어 있다. 소규모 지류로서

수변식물이 비교적 많이 형성되어 있다.

제6지점(의풍2교) : 영춘면 의풍리에 속하는 곳으로 고도 390m, 하폭 30m, 수폭 7~10m, 수심 10.5~16.5cm, 유속 24.25~108.44cm/sec, 수온은 19.0℃였으며, 하상은 자갈, 주먹돌, 호박돌 등으로 구성되어 있다. 하천 양쪽면이 부분적으로 인공제방화되어 있다.

### 조사방법

각 조사지점에서의 수서곤충의 채집은 Surber net(30×30cm)로 가급적 유속이 빠른 곳, 보통인 곳, 느린 곳을 선정하여 1회씩 총 3회 정량채집을 하였다. 채집된 수서곤충은 Kahle's 용액에 고정하여 2~3일 후 80% ethanol에 옮겨 보존하였다. 종의 동정은 기존의 검색표(McCafferty, 1981; Kawai, 1985; 윤, 1988; 윤, 1995; Merrit and Cummins, 1996)를 이용하였고, 파리류중 Chironomidae의 경우는 Wiederholm(1983)을 참고하여 체장, 체색, ventral tubes의 유무 및 강모의 형태 등 외부형태적 특징을 고려하여 임의로 아과 수준까지 동정하였다.

### 군집분석

군집의 분석은 정량채집된 자료를 이용하여 다음 공식에 의하여 산출된 결과를 이용하였다.

#### (1) 우점도 지수

각 조사지점의 개체수 현존량에서 제1우점종과 제2우점종을 선정하여 McNaughton(1967)의 지수를 산출하였다.

$$DI = (n_1 + n_2) / N$$

[ $n_1, n_2$  : 제1우점종, 제2우점종,  $N$  : 총개체수]

#### (2) 종다양도 지수

종다양도 지수는 Margalef(1958)의 정보이론에 의하여 유도된 Shannon-Weaver function( $H'$ )을 Lloyd and Ghelardi가 변형한 공식을 이용하였다(Pielou, 1966).

$$H' = -\sum \{(n_i/N) \cdot \log_2(n_i/N)\}$$

(n: i종의 개체수, N: 총개체수)

(3) 오수생물계열

종다양도 지수에 근거한 오수생물계열

(Staub *et al.*, 1970)은 다음과 같다.

종다양도 지수(H')	오수생물계열
0-1	polysaprobic
1-2	$\alpha$ -mesosaprobic
2-3	$\beta$ -mesosaprobic
>3	oligosaprobic

**결과**

**분류군**

조사기간 중 선달산·어래산 일대의 남대천 수계에서 채집된 수서곤충류는 총 5목 16과 38종이었다(Table 1). 이 중 하루살이류가 4과 16종으로 가장 많았고, 잠자리류가 1과 1종, 강도래류가 4과 5종, 날도래류가 4과 7종, 파리류가 3과 9종이었다(Fig. 2).

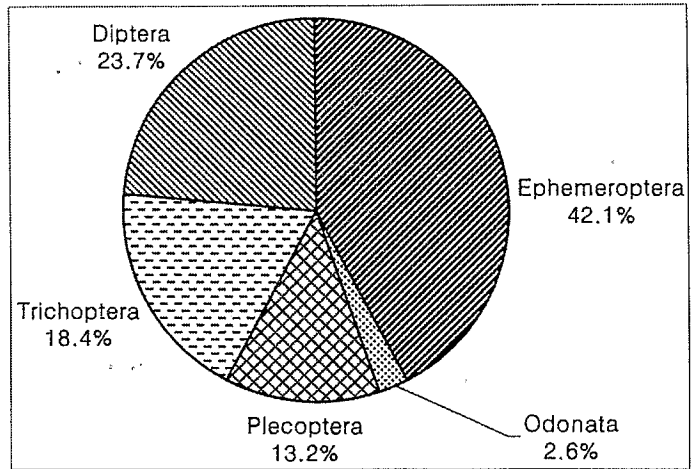


Fig. 2. Major taxa in aquatic insects and their composition in Namdae stream of Mts. Seondal-Eorae.

Table 1. Taxonomic list of aquatic insects in Namdae stream of Mts. Seondal-Eorae.

Taxa	Sites					
	1	2	3	4	5	6
Phylum Arthropoda	절족동물문					
Class Insecta	곤충강					
Order Ephemeroptera	하루살이목					
Family Baetidae	꼬마하루살이과					
<i>Baetiella japonica</i>	1	4				1
<i>Baetis</i> KUa	2					
<i>Baetis thermicus</i>	23					
<i>Baetis</i> nla	16			14	10	3
Family Heptageniidae	남작하루살이과					
<i>Ison aesculus</i>	1					
<i>Epeorus latifolium</i>		5	1	15	18	6
<i>Epeorus curvatus</i>	4					
<i>Cinygmula</i> KUa	1					
<i>Ecdyonurus bajkova</i>	10					
<i>Ecdyonurus dracon</i>		2		8	2	5
<i>Ecdyonurus kibunensis</i>	4					
<i>Ecdyonurus levis</i>				5		
Family Ephemeridae	하루살이과					
<i>Ephemer a separigata</i>			4			
Family Ephemerellidae	알락하루살이과					
<i>Drunella cryptomeria</i>			1	1		4
<i>Setratella setigera</i>				16	5	7
<i>Ephemerella keijoensis</i>			2			
Order Odonata	잠자리목					
Family Gomphidae	부채장수잠자리과					

Taxa	Sites					
	1	2	3	4	5	6
<i>Anisogomphus maacki</i>					4	
Order Plecoptera						
Family Nemouridae						
<i>Protonemura</i> KUa	1	8				
<i>Amphinemura coreana</i>	3		1	1		
Family Capniidae						
<i>Capnia</i> KUa					1	
Family Perlidae						
<i>Paragnetina flavotincta</i>	1			2		
Family Chloroperlidae						
<i>Sweltsa nikkoensis</i>		3				2
Order Trichoptera						
Family Hydropsychidae						
<i>Hydropsyche</i> KUa			2	3		
<i>Hydropsyche</i> KUe	2	1		4	3	4
Family Rhyacophilidae						
<i>Rhyacophila</i> KUa					2	2
<i>Rhyacophila impar</i>					3	
<i>Rhyacophila bilobata</i>	3	5	1			
Family Glossosomatidae						
<i>Glossosoma</i> KUa				5	7	
Family Lepidostomatidae						
<i>Goerodes</i> KUa	1		3	1	1	
Order Diptera						
Family Tipulidae						
<i>Tipula</i> KUe					1	
<i>Hexatoma</i> KUb			1			
<i>Antocha</i> KUa	1				5	
Family Simuliidae						
Simuliidae sp.		7		1	17	
Family Chironomidae						
Chironominae sp.1	6	2	13		19	
Chironominae sp.2			2	1	2	
Chironominae sp.4		1	1			
Chironominae sp.5						6
Chironominae sp.6						2
Total species number	18	10	11	14	18	9
Total individual number	81	38	31	77	108	34

출현한 분류군을 지점별로 살펴보면, 제1지점에서 하루살이류 9종, 강도래류 3종, 날도래류 3종, 파리류 3종으로 총 18종이 출현하였으며, 또한 제5지점에서도 하루살이류 4종, 잠자리류 1종, 강도래류 1종, 날도래류 5종, 파리류 7종으로 총 18종이 출현하여 이 두 지점에서 가장 많은 종이 출현하였다. 다음으로 제4지점에서 하루살이류 6종, 강도래류 2종, 날도래류 4종, 파리류 2종으로 총 14종이, 제3지점에서 하루살이류 4종, 강도래류 1종, 날도래류 3종, 파리류 3종으로 총 11종이, 제2지점에서 하루살이류 3종, 강도래류 2종, 날도래류 2종, 파리류 3종으로 총 10종이 출현하였다. 가장 적은 종수를 나타낸 곳은 제6지점으로 하루살이류 6종, 강도래류 1종, 날도래류 2종으로 총 9종이 출현하였다(Fig. 3). 전체적으로 볼 때 하루살이류, 강도래류, 날도래류가 모든 지점에서 출현하였으며, 잠자리류는 제5지점에서만 출현하였다(Table 1).

### 개체수 현존량

각 조사지점에서 출현한 각 종의 개체수 현존량을 Table 1에 제시하였다. 전체적으로 볼 때, 하루살이류가 54.5%로 가장 많은 개체수 현존량을 보였으며, 잠자리류가 1.1%, 강도래류가 6.2%, 날도래류가 14.4%, 파리류가 23.8%의 개체수 현존량을 보였다(Fig. 4).

조사지점별로 볼 때 제5지점에서 108개체가 출현하여 가장 많은 개체수 현존량을 보였으며, 다음으로 제1지점에서 81개체, 제4지점에서 77개체, 제2지점에서 38개체, 제6지점에서 34개체 출현하였으며, 제3지점에서는 31개체가 출현하여 가장 적은 개체수 현존량을 보였다.

### 우점종 및 우점도 지수

각 조사지점별 우점종 및 우점도 지수를 Table 2에 제시하였다.

Table 2. Dominant species and indices(DI) at each site in Namdae stream of Mts. Seondal-Eorae.

Sites	1st, 2nd dominant species		DI	Mean
1	<i>Baetis thermicus</i>	<i>Baetis nla</i>	0.48	0.42
2	<i>Protonemura KUa</i>	Simuliidae sp.	0.40	
3	Chironominae sp.1	<i>Ephemera separigata</i>	0.55	
4	<i>Serratella setigera</i>	<i>Epeorus latifolium</i>	0.40	
5	Chironominae sp.1	<i>Epeorus latifolium</i>	0.34	
6	<i>Serratella setigera</i>	<i>Epeorus latifolium</i>	0.38	

제1지점은 하루살이류인 *Baetis thermicus*, *Baetis nla*가 제1 그리고 제2우점종으로 나타났으며, 제2지점은 강도래류인 *Protonemura KUa*가 제1우점종, 파리류인 *Simuliidae* sp.가 제2우점종이었으며, 제3지점은 파리류인 Chironominae sp.1이 제1우점종, 하루살이류인 *Ephemera separigata*가 제2우점종이었으며, 제4지점은 하루살이류인 *Serratella setigera*, *Epeorus latifolium*이 제1 그리고 제2우점종이었으며, 제5지점은 파리류인 Chironominae sp.1이 제1우점종, 하루살이류인 *Epeorus latifolium*이 제2우점종이었으며, 제6지점은 하루살이류인 *Serratella setigera*, *Epeorus latifolium*이 제1 그리고 제2

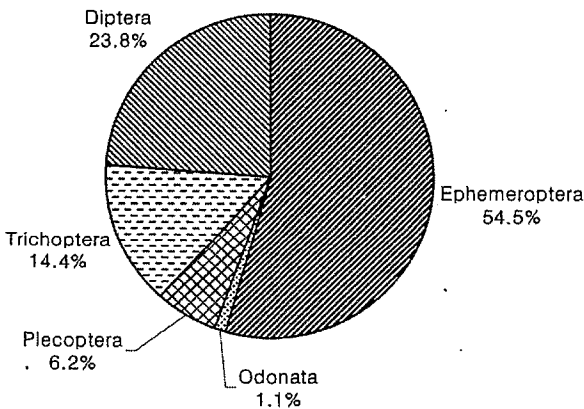


Fig. 3. Composition of species number of aquatic insect taxa at each site in Namdae stream of Mts. Seondal-Eorae.

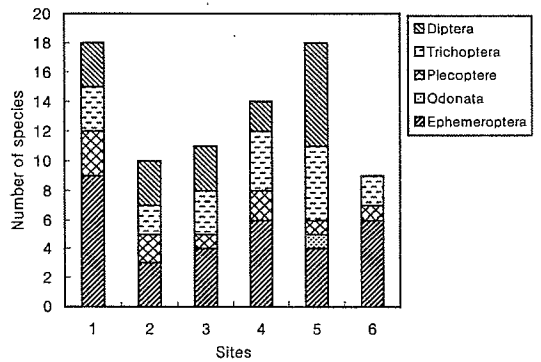


Fig. 4. Major taxa in aquatic insects and their composition of individual number in Namdae stream of Mts. Seondal-Eorae.

우점종으로 나타났다. 제3지점의 경우 우점도 지수가 0.55로 가장 높은 수치를 보였으며, 다음으로 제1지점이 0.48, 제2지점과 제4지점이 0.40, 제6지점이 0.38의 수치를 보였으며; 가장 낮은 수치를 보인 곳은 제5지점으로 우점도 지수가 0.34이었다. 전 조사지점의 우점도 지수는 0.34~0.55의 범위를 보였으며, 평균 우점도 지수는 0.42이었다.

### 종다양도 지수 및 오수생물계열

각 조사지점별 종다양도 지수를 Table 3에 제시하였다. 조사지점별로 볼 때 제5지점의 종다양도 지수가 3.59로 가장 높은 수치를 보였으며, 다음으로 제1지점이 3.30, 제4지점이 3.18, 제2지점이 3.05, 제6지점이 2.98의 수치를 보였으며, 제3지점은 종다양도 지수가 2.80으로 가장 낮은 수치를 보였다. 전 조사지점의 종다양도 지수는 2.80~3.59의 범위를 보였으며, 평균 종다양도 지수는 3.15로 나타났다.

종다양도 지수에 근거한 오수생물계열을 살펴보면, 제1지점, 제2지점, 제4지점, 그리고 제5지점이 빈부수성으로 나타났으며, 제3지점과 제6지점은  $\beta$ -중부수성으로 나타났다(Table 3). 이러한 결과로 볼 때 대부분의 조사지점이 양호한 수환경 상태를 보이는 것으로 판단할 수 있다.

Table 3. Species diversity indices( $H'$ ) and their saprobic states at each site in Namdae stream of Mts. Seondal-Eorae.

Sites	$H'$	Mean
1	3.30 (oligosaprobic)	3.15 (oligosaprobic)
2	3.05 (oligosaprobic)	
3	2.80 ( $\beta$ -mesosaprobic)	
4	3.18 (oligosaprobic)	
5	3.59 (oligosaprobic)	
6	2.98 ( $\beta$ -mesosaprobic)	

### 고찰

본 조사에서 채집된 수서곤충류는 총 5목 16과 38종으로 나타났다. 그러나 본 조사가 시행되기 얼마 전까지 이 지역에 많은 비가 자주 내린 점으로 비추어 볼 때, 차후 하천 환경이 회복된 후 조사가 이루어지면 수서곤충류의 개체수 현존량이나 출현종수가 크게 달라질 것으로 추정된다.

각 목별 종구성을 살펴보면, 하루살이류가 16종 201개체, 잠자리류가 1종 4개체, 강도래류가 5종 23개체, 날도래류가 7종 53개체, 파리류가 9종 88개체 출현하였다. 전 조사지점에서 청정수계의 지표종으로 알려져 있는 강도래류가 출현한 점으로 미루어 보아 남대천 일대의 수환경이 상당히 양호하다는 것을 알 수 있었다.

각 조사지점별로 출현종을 살펴보면, 제1지점과 제5지점이 각각 18종이 출현하여 가장 많은 종수를 보였는데, 이것은 두 지점이 남대천 수계의 지표로서 비교적 사람들의 접근이 드문 곳으로 인위적 영향을 덜 받는다는 점과, 출현한 종들이 대체로 유선형 또는 납작한 형태이거나, 저질에 몸을 부착할 수 있는 능력을 가지고 있는 종류들로 조사가 시행되기 얼마 전에 있었던 강우의 영향을 상대적으로 잘 견뎠기 때문인 것으로 사료된다. 반면에 제6지점의 경우 9종이 출현하여 가장 적은 종수를 보였는데, 이것은 이 지점의 양쪽면이 모두 인공제방화 됨으로써 강우시 수량 및 유속의 증가로 수서곤충류가 피난처(refuge)를 찾지 못하고 유하(drift)되었기 때문인 것으로 사료된다.

개체수 현존량을 중심으로 살펴보면, 하루살이류가 가장 많은 개체수(201개체)를 보여 전체적으로 납대천 일대 수계는 하루살이류 수역임을 알 수 있었으며, 다음으로 파리류가 많은 개체수(88개체)를 보였다. 파리류 중에서는 청정한 수계에서 주로 출현하는 딱파리류(Simuliidae sp.)와 청정수계에서부터 오염수계까지 출현하는 내성범위가 넓은 깔따구류(Chironominae sp.1)가 비교적 많이 나타났다.

우점종과 우점도 지수를 고려하여 볼 때, 대부분의 조사지점에서 하루살이류가 제1 또는 제2우점종으로 나타났다. 그러나 제2지점의 경우 강도래류인 *Protonemura* KU가 제1우점종, 파리류인 Simuliidae sp.가 제2우점종이었으며, 제3지점과 제5지점은 파리류인 Chironominae sp.1이 제1우점종을 차지하였다. 우점도 지수가 가장 높은 곳은 제3지점으로(0.55), 이것은 내성범위가 넓은 깔따구류인 Chironominae sp.1이 상대적으로 많은 개체수를 보였기 때문이다. 우점도 지수가 가장 낮은 곳은 제5지점으로 0.34의 수치를 보였다.

종다양도 지수는 각 지점의 환경상태를 간접적으로 나타내어 주는데, 전체적으로 평균 3.15의 수치를 보였으며, 그 범위는 2.80 - 3.59이었다. 제3지점의 경우 다양도 지수가 가장 낮은(2.80) 수치를 보였는데, 이것은 이 지점의 하상구성이 주먹돌과 호박돌로 단순하게 구성되어 있어서, 즉 서식처가 상대적으로 균일하기 때문에 그곳에 서식하는 수서곤충의 종구성이 단순하게 나타난 것으로 추정할 수 있다(Minshall, 1984).

종다양도 지수에 근거한 오수생물계열에 따르면, 제1지점, 제2지점, 제4지점, 그리고 제5지점이 빈부수성을 나타내었고, 제3지점과 제6지점이  $\beta$ 중부수성을 나타내어 전 조사지점이 양호한 수환경 상태를 유지하고 있는 것으로 판단되었다.

이상의 결과들로 보아 본 연구의 조사지역인 선달산·어래산 일대의 수계는 전체적으로 청정한 상태를 유지하고 있음을 알 수 있었다. 앞으로도 건강한 자연생태계를 유지하기 위해서는 관련 기관의 철저한 환경감독체제와 함께 이 지역을 찾는 사람들의 자연보전에 대한 높은 의식수준이 요구된다.

## 결론 및 요약

선달산·어래산 일대의 납대천 수계에서 1998년 8월 29일에 조사된 수서곤충류의 총 분류군은 5목 16과 38종이었다. 이 중 하루살이류는 4과 16종, 잠자리류는 1과 1종, 강도래류는 4과 5종, 날도래류는 4과 7종, 파리류는 3과 9종이었다.

각 지점별 출현종수는 제1지점과 제5지점이 각각 18종으로 가장 높은 종수를 보였으며, 제6지점이 9종으로 가장 낮은 종수를 보였다. 개체수 현존량의 경우에는 제5지점이 108개체로 가장 많이 출현하였으며, 제3지점이 31개체로 가장 적게 출현하였다. 우점종은 대부분의 지점에서 하루살이류가 차지하였으며, 제2지점에서는 강도래류가, 제3지점과 제5지점에서는 파리류가 차지하였다. 우점도 지수는 제3지점이 0.55로 가장 높게 나타났고, 제5지점이 0.34로 가장 낮게 나타났다. 종다양도 지수는 제5지점이 3.59로 가장 높게 나타났고, 제3지점이 2.80으로 가장 낮게 나타났다. 종다양도 지수에 근거한 오수생물계열로 볼 때 제3지점과 제6지점이  $\beta$ 중부수성을 보였고 나머지 지점들이 모두 빈부수성을 보여 전체적으로 양호한 수환경 상태를 알 수 있었다. 조사가 시행되기 얼마 전까지 이 지역에 많은 비가 자주 내린 점으로 인해 정확한 수서곤충상이 파악되었다고 보기는 어려우나, 본 연구를 종합하여 볼 때, 이 일대의 생물상과 주변환경 등은 보전의 가치가 높은 것으로 판단된다.

## 참고문헌

Hynes, H.B.N., 1970. The Ecology of Running Water. Liverpool Univ. Press. Liverpool.



- Kawai, T., 1985. An Illustrated Book of Aquatic Insects of Japan, 東海大學出版會.
- Margalef, R., 1958. Information theory in ecology. *General Systematics* 3:36~71.
- McCafferty, W.P., 1981. *Aquatic Entomology*. Jones and Bartlett, Boston.
- McNaughton, S.J., 1967. Relationship among functional properties of California Grassland, *Nature*. 216:168~169.
- Merritt, R.W. and K.W. Cummins, 1996. *An Introduction to the Aquatic Insects of North America*. Kendall/Hunt Dubuque, Iowa.
- Minshall, G.W., 1984. Aquatic insect-substratum relationships. pp.358~400. In *The ecology of aquatic insects*. (V.H. Resh and D.M. Rosenberg, eds.). Praeger Scientific, New York. 625pp.
- Pennak, R.W., 1989. *Fresh-Water Invertebrates of the United States*. 3rd. ed. Wiley, New York.
- Pielou, E.C., 1966. The measurement of diversity in different types of biological succession. *J. Theor. Biol.* 13:131~144.
- Staub, R., J.W. Appling, A.M. Hofstetter and I.J. Haas, 1970. The effects of Memphis and Shelby County on primary plankton producers. *Bioscience* 20:905~912.
- Ward, J.V., 1992. *Aquatic Insect Ecology - 1. Biology and Habitat*. John Wiley & Sons, Inc.
- Wiederholm, T., 1983. Chironomidae of the Holarctic Region Keys and Diagnoses. Part 1 - Larvae. *Motula*.
- 김재원, 1969. 한국주요하천 상류의 수생곤충의 현존량. *한국육수학회지* 2:71~78.
- 김창환·윤일병·이종규, 1979. 한강수계에 있어서 수서곤충의 다양성에 의한 생물학적 수질판정에 관한 연구. 1. 조종천. *자연보전연구보고서* 1:257~267.
- 위인선·나철호·이종림·백순기, 1991. 수환경오염에 대한 수서곤충 지표종에 관한 연구. *한국환경생물학회지* 9:42~54.
- 위인선·나철호·최충길, 1974. 영산강 상류의 수서곤충 현존량. *한국육수학회지* 7:1~7.
- 위인선·나철호·최충길·백순기, 1983. 섬진강 수계의 수서곤충군집에 대한 조사연구. *한국육수학회지* 16:33~51.
- 윤일병, 1988. *한국동식물도감 제30권 동물편(수서곤충류)*. 문교부.
- 윤일병, 1995. *수서곤충검색도설*. 정행사. 262pp.
- 윤일병·공동수·유재근, 1992a. 저서성 대형무척추동물에 의한 생물학적 수질평가 (I). *환경생물학회지* 10:24~39.
- 윤일병·공동수·유재근, 1992b. 저서성 대형무척추동물에 의한 생물학적 수질평가 (II). *환경생물학회지* 10:40~55.
- 윤일병·공동수, 1987a. 민통선 북방지역의 수서곤충상에 관한 연구. *민통선북방지역자원조사보고서(강원도); 곤충(수서)* 599~648.
- 윤일병·공동수, 1987b. 민통선북방지역의 수서곤충상에 관한 연구. *민통선북방지역자원조사보고서(경기도); 곤충(수서)* 449~487.
- 윤일병·김동상·변종욱, 1981. 낙동강 상류수계의 수서곤충군집에 관한 연구. *한국육수학회지* 14:27~49.
- 윤일병·김진일·김기홍, 1986. 태백산 일대의 수서곤충 군집구조에 관한 연구. *한국자연보전협회 조사보고서* 25:121~129.
- 윤일병·노태호·이선희, 1990. 가평천 수계의 수서곤충 군집에 관한 연구. *한국곤충학회지* 20(1):41~51.
- 윤일병·박재홍·천승필, 1998. 지리산 피아골 계류의 수서곤충 군집구조. *한국생물상연구지* 3:401~410.
- 윤일병·배경석·최영복, 1989. 보성강 분류에서 미소서식지에 따른 수서곤충 군집구조 및 생태학적 동태. *한국육수학회지* 22(4):321~335.

- 윤일병·배연재·권문남, 1985a. 달천강 하류수계의 수서곤충에 관한 연구. 한국육수학회지 18(1~2):11~23.
- 윤일병·배연재·양애숙, 1984. 북제주내 하천의 수서곤충 군집에 관한 연구. 한국육수학회지 17(3~4):63~72.
- 윤일병·배연재·이현철·이상조, 1993. 서울 근교 왕숙천의 유역 환경변화에 따른 수서곤충군집의 장기변동. 환경생물학회지 11(2):97~109.
- 윤일병·변종욱, 1982. 지리산 피아골 계류수역의 생물군집구조에 관한 연구. 2) 수서곤충에 관하여. 한국자연보전협회 조사보고서 21:143~151.
- 윤일병·어성준·김기홍, 1985b. 함양 백운산 일대의 수서곤충 군집에 관한 연구. 한국자연보전협회 조사보고서 24:139~152.
- 윤일병·이성진·황정훈, 1995. 방태산 북사면 일대 수계의 수서곤충군집에 대하여. 한국자연보전협회 조사보고서 35:135~162.
- 윤일병·이성진·박재홍, 1996. 방태산 남사면 일대 수계의 수서곤충군집에 대하여. 한국자연보전협회 조사보고서 37:107~120.
- 윤일병·이종규, 1978. 한강 상류(골지천, 임계천) 및 전천강 상류의 수서곤충상에 관하여. 한국자연보전협회 조사보고서 13:163~171.
- 최영복·배경석·윤일병, 1989. 보성강 상류의 수서곤충 군집구조에 관한 연구. 자연보존 66:39~48.